

INPI

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

05 DEC 2003

WIPO

PCT

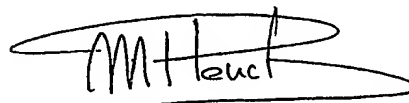
24. 11. 03

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION****COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 17 NOV. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets



Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 0 7 / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 4 DEC 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 02 15292 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI - 4 DEC. 2002		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Denis ROCHE Société Civile S.P.I.D. 156 Bd Haussmann 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) PHFR020136			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de mesure d'artefacts de bloc.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input checked="" type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.	
Prénoms			
Forme juridique		Société de droit Neerlandais	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	Groenewoudseweg 1,	
	Code postal et ville	15 16 12 11	
	Pays	BA EINDHOVEN	
Nationalité		Neerlandaise	
N° de téléphone (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
		<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

Remplir impérativement la 2^{ème} page

REMISE DES PIÈCES DATE 4 DEC 2002 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 02 15292		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 210502	
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques			
Nom Prénom Cabinet ou Société		ROCHE Denis Société Civile S.P.I.D.			
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		07036 - délégation de pouvoir 10473			
Adresse	Rue	156 Bd Haussmann			
	Code postal et ville	75 008 PARIS			
	Pays	FRANCE			
N° de téléphone (facultatif)					
N° de télécopie (facultatif)					
Adresse électronique (facultatif)					
7 INVENTEUR (S)		Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes			
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'Inventeur(s)			
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé			
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG []			
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences			
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>			
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Denis ROCHE Mandataire SPID 422-5/S008 Paris le 04/12/2002		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO			

DESCRIPTION

Domaine technique de l'invention

5 La présente invention concerne un procédé de mesure d'artefacts de bloc à partir de données vidéo codées selon une technique de codage par blocs.

Elle trouve notamment son application dans la compression vidéo, la technique de compression étant basée, par exemple, sur la norme MPEG (de l'anglais Moving Pictures Expert Group), en vue de corriger lesdits artefacts de bloc grâce, par exemple, à un post-traitement ou à une compression adaptative des données vidéo.

10

Etat de la technique antérieure

Les algorithmes de compression vidéo utilisant des techniques de codage par blocs telles que MPEG ou H.26x sont des algorithmes de compression avec perte d'information, conduisant parfois à une dégradation de la qualité visuelle de la séquence d'images codées puis décodées par rapport à la séquence d'images d'origine.

15

Un des artefacts visuels les plus couramment observés avec ces techniques de codage est appelé artefact de bloc. Cet artefact est notamment dû à la quantification des blocs de coefficients issus de la transformation en cosinus discrète DCT, cette quantification étant d'autant plus grossière que le taux de compression est élevé. Il s'ensuit que la dégradation de la qualité visuelle peut aller d'un niveau imperceptible pour un faible taux de compression à un niveau très gênant pour le téléspectateur pour un taux élevé de compression.

20

Dans la demande internationale de brevet n° WO 01/20912 (référence interne : PHF99579), il est décrit un procédé permettant de détecter et de localiser une grille correspondant à des artefacts de bloc à l'intérieur d'une image numérique décodée. Ce procédé utilise un filtrage gradient des pixels d'une image numérique et nécessite de ce fait un décodage complet du flux de données codées contenant les images numériques, ce qui rend son utilisation coûteuse en terme de ressources de calcul, notamment lors d'un transcodage.

25

La demande de brevet européen EP 1 202 577 (référence interne : PHF000106) décrit un procédé de mesure d'artefacts de bloc plus précis que le précédent. Cependant, ce procédé nécessite toujours un décodage complet du flux de données codées contenant les images numériques ainsi que des transformations discrètes directe et inverse supplémentaires, ce qui rend son utilisation encore plus coûteuse en terme de ressources de calcul que le procédé précédent.

30

35

Exposé de l'invention

La présente invention a pour but de proposer un procédé de mesure d'artefacts de bloc qui soit peu complexe tout en conservant une bonne efficacité.

A cet effet, le procédé de mesure d'artefacts de bloc selon l'invention est remarquable en ce qu'il comprend les étapes de :

- 5 - calcul d'une transformation discrète inverse mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un premier bloc de données vidéo codées, apte à délivrer une valeur d'un premier pixel virtuel de frontière,
- calcul d'une transformation discrète inverse mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un second bloc de données vidéo codées, le second bloc étant adjacent au
- 10 - calcul d'un niveau d'artefacts de bloc à partir d'une valeur absolue d'une différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels.

Un tel procédé de mesure d'artefacts de bloc est beaucoup plus économique en terme de ressources de calcul que les procédés de l'art antérieur. En effet, il n'effectue qu'un décodage partiel des données, à savoir une transformation discrète inverse d'une partie seulement, la première ligne, d'un bloc de données vidéo codées. En outre, comme nous le verrons en détails plus loin dans la description, le procédé de mesure est très efficace car il est basé sur une approche mathématique rigoureuse.

La présente invention a également pour objet un dispositif de mesure d'artefacts de bloc permettant de mettre en œuvre ledit procédé de mesure d'artefacts de bloc, dans un circuit intégré par exemple, à l'aide de moyens matériels (en anglais 'hardware') ou logiciels (en anglais 'software').

Elle concerne encore un procédé de décodage de données vidéo incluant un tel procédé de mesure d'artefacts de blocs ainsi que le dispositif lui correspondant.

Elle concerne encore un procédé de codage de données vidéo incluant un tel procédé de mesure d'artefacts de blocs ainsi que le dispositif lui correspondant.

Elle concerne enfin un procédé de transcodage de données vidéo incluant un tel procédé de mesure d'artefacts de blocs ainsi que le dispositif lui correspondant.

30 **Brève description des dessins**

Ces aspects de l'invention ainsi que d'autres aspects plus détaillés apparaîtront plus clairement grâce à la description suivante de plusieurs modes de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs et en regard des dessins annexés parmi lesquels :

- 35 - la Fig. 1 représente une frontière entre deux blocs adjacents,
- la Fig. 2 décrit un procédé de décodage conventionnel,
- la Fig. 3 décrit le procédé de mesure d'artefacts de bloc selon l'invention,
- la Fig. 4 illustre le principe mathématique sur lequel est basée l'invention,

- la Fig. 5 illustre un mode de détermination des pixels virtuels de frontière,
- la Fig. 6 montre la fonction de référence correspondant à l'effet de masquage de luminance propre au système visuel humain,
- la Fig. 7 représente schématiquement le procédé de décodage de données vidéo selon l'invention,
- la Fig. 8 représente schématiquement le procédé de codage de données vidéo selon l'invention,
- la Fig. 9 montre trois exemples de modification d'un paramètre de pré-encodage selon ledit procédé de codage de données vidéo, et
- la Fig. 10 représente schématiquement le procédé de transcodage de données vidéo selon l'invention.

Exposé détaillé d'au moins un mode de réalisation de l'invention

La présente invention concerne un procédé de mesure d'artefacts de bloc. Elle s'applique à tout signal vidéo contenant des données vidéo codées puis décodées selon une technique de codage par blocs. La technique de codage est, dans notre exemple, la norme MPEG mais peut être n'importe quelle autre technique de codage par blocs telle que, par exemple, les normes H.261, H.263 ou H.264 de l'Union Internationale des Télécommunications (ITU) ou encore la norme JPEG.

Dans le cas de la norme MPEG, lesdits blocs comprennent 8 lignes de 8 pixels. Il apparaîtra cependant à l'homme du métier que l'invention peut s'appliquer à des blocs de taille différente, comme les blocs de 4 lignes de 4 pixels utilisés dans la norme H.264 par exemple.

Dans la suite de la description, les données vidéo sont préférentiellement les valeurs de luminance des pixels constituant une image numérique, mais il apparaîtra à l'homme du métier que des données vidéo telles que des valeurs de chrominance peuvent également être traitées par le procédé de mesure d'artefacts de bloc.

De plus, les données vidéo ont été codées en utilisant une transformation en cosinus discrète. Il apparaîtra cependant à l'homme du métier que l'invention peut s'appliquer à toute transformation discrète équivalente, notamment les transformations discrètes de type Fourier.

Le principe du procédé de mesure d'artefacts de blocs selon l'invention ainsi que les perfectionnements et les applications qui s'y rapportent sont exposés dans la description et les Figures qui suivent.

Considérons deux blocs de données (11,12) adjacents horizontalement tels que représentés à la Fig. 1. Ces deux blocs sont séparés par une frontière de blocs (13). La

présente invention a pour but de déterminer les artefacts de bloc verticaux qui pourraient être présents sur cette frontière de bloc. La démonstration qui va suivre est basée sur la détection de cet artefact de bloc vertical mais n'est pas limitée à cette détection, un artefact de bloc horizontal pouvant être détecté de façon similaire à partir de deux blocs de pixels adjacents verticalement.

La Fig. 2 décrit un procédé de décodage conventionnel. Un tel procédé est apte à recevoir une séquence d'images codées sous la forme d'une suite de blocs de données vidéo codées. Le procédé de décodage comprend notamment les étapes de :

- décodage à longueur variable VLD (21) des blocs de données vidéo codées (1), apte à fournir un bloc de données quantifiées (2),
- quantification inverse IQ (22) des blocs de données quantifiées (2), apte à fournir des blocs de données transformées (3), i.e. des blocs de 64 coefficients DCT dans notre exemple, ledit bloc comprenant un coefficient continu DC en haut à droite du bloc indiquant la moyenne des valeurs des pixels dudit bloc, ainsi que des coefficients fréquentiels AC,
- transformation fréquentielle inverse, dans notre exemple une transformation en cosinus discrète inverse IDCT (23), apte à convertir des blocs de données transformées (3) en un bloc de données inversement transformées (4), c'est à dire des blocs de pixels dans notre exemple.

Un décodage complet selon ce procédé nécessite donc le calcul d'une transformation en cosinus discrète inverse IDCT pour 64 coefficients DCT, un tel calcul constituant la partie la plus complexe du procédé de décodage. La présente invention a pour but de pouvoir détecter les artefacts de bloc sans réaliser un calcul aussi complexe.

La Fig. 3 décrit la méthode de mesure d'artefacts de bloc selon l'invention. Une telle méthode comprend les étapes de :

- calcul d'une transformation en cosinus discrète inverse mono-dimensionnelle IDCT1x8 (31) de la première ligne horizontale (R1tl) d'un premier bloc (Btl) de coefficients DCT situé à gauche de la frontière de bloc (13), en un point proche de ladite frontière de bloc, résultant en une valeur d'un premier pixel virtuel de frontière (vep1),
- calcul d'une transformation en cosinus discrète inverse mono-dimensionnelle IDCT1x8 (32) de la première ligne horizontale (R1tr) d'un second bloc (Btr) de coefficients DCT situé à droite de la frontière de bloc (13) et adjacent au premier bloc (Btl), en un point proche de ladite frontière de bloc, résultant en une valeur d'un second pixel virtuel de frontière (vep2),

- calcul BM (33) d'un niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir d'une différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels.

5 L'invention est basée sur l'approche mathématique illustrée à la Fig. 4. La valeur F d'un coefficient DCT de position (u,v) à l'intérieur d'un bloc est définie à partir du bloc de pixels de valeurs f(x,y) correspondant comme suit :

$$F(u, v) = \frac{2 * C(u) * C(v)}{N} \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} f(x, y) * \cos\left(\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right) * \cos\left(\frac{\pi(2y+1)v}{2N}\right)$$

avec N = 8 dans notre exemple, C(u) et C(v) étant des coefficients prédéterminés.

10 La transformation en cosinus discrète bidimensionnelle étant une transformation linéaire, la première ligne horizontale (R1t) d'un bloc (Bt) de coefficients DCT obtenus à partir de ladite transformation en cosinus discrète bidimensionnelle DCT8x8 du bloc (B) correspondant de pixels est donc la moyenne (VA) selon une direction verticale des données issues des transformations en cosinus discrète mono-dimensionnelle DCT1x8 des 8 lignes horizontales du bloc de pixels (B). Cette première ligne horizontale (R1t) correspond aux
15 variations horizontales à l'intérieur dudit bloc.

Il est à noter que la première ligne horizontale (R1t) d'un bloc de coefficients DCT (Bt) peut être obtenue soit à partir d'une moyenne (VA) selon une direction verticale des pixels du bloc (B) suivie d'une transformation DCT1x8 de la ligne horizontale (R1a) des valeurs moyennes ainsi obtenue, soit à partir de transformations DCT1x8 de chacune des
20 lignes du bloc de pixel suivie d'une moyenne (VA) selon une direction verticale des données transformées ainsi obtenues. Le coefficient continu DC est le premier coefficient de la première ligne horizontale (R1t) ainsi obtenue. La valeur du pixel virtuel de frontière (vep) est, par exemple, la valeur du pixel de gauche ou de droite de la ligne (R1a) des valeurs moyennes, selon que la frontière de bloc est à gauche ou à droite.

25 La présente invention est basée sur le calcul de ce pixel virtuel de frontière. Ce pixel virtuel est calculé uniquement à partir de 8 coefficients DCT dans notre exemple, au lieu des 64 coefficients DCT utilisés pour le calcul du pixel réel. Un pixel virtuel de frontière correspond substantiellement à la valeur moyenne des pixels présents le long de la frontière de bloc, à savoir pour le bloc situé à gauche de la frontière, la valeur moyenne des pixels situés sur son bord droit, et, pour le bloc situé à droite de la frontière, la valeur moyenne des pixels situés sur son bord gauche. Différentes méthodes sont possibles pour le calcul du pixel virtuel de frontière.

35 Selon un premier mode de réalisation de l'invention, les pixels virtuels sont déterminés à partir du calcul de transformations inverses discrètes mono-dimensionnelles IDCT1x8 effectuées sur la première ligne (R1t) du bloc situé à gauche de la frontière

verticale (13) et sur la première ligne (R1tr) du bloc situé à droite de ladite frontière en des points correspondant exactement aux pixels les plus proches de la frontière, à savoir, dans notre exemple, R1al(7) pour le bloc de gauche, et R1ar(0) pour le bloc de droite. On a ainsi :

$$5 \quad \text{vep1} = \text{R1al}(7) = K \sum_{v=0}^7 C(v) * \text{R1tl}(v) * \cos\left(\frac{15\pi v}{16}\right)$$

$$\text{vep2} = \text{R1ar}(0) = K \sum_{v=0}^7 C(v) * \text{R1tr}(v) * \cos\left(\frac{\pi v}{16}\right)$$

où K et C(v) sont des constantes.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, les pixels virtuels sont déterminés à partir du calcul de transformations inverses discrètes mono-dimensionnelles IDCT1x8 effectuées en un point correspondant exactement à la frontière entre les premier et second blocs. Ce mode réalisation, plus sophistiqué que le précédent, permet de prendre en compte des variations locales. Un exemple de ce second mode de réalisation est illustré à la Fig. 5 et permet de calculer la valeur du pixel virtuel de frontière vep1, de position 7,5 par rapport à la ligne de gauche, à partir d'une interpolation linéaire des données intermédiaires R1al(6) et R1al(7). Un principe similaire est utilisé pour calculer le pixel virtuel de frontière vep2, de position -0,5 par rapport à la ligne de droite, à partir d'une interpolation linéaire des données intermédiaires R1ar(0) et R1ar(1), soit :

$$\text{vep1} = \frac{1}{2} (3 * \text{R1al}(7) - \text{R1al}(6)) = K \sum_{v=0}^7 C(v) * \text{R1tl}(v) * \text{TI}(v)$$

$$\text{avec } \text{TI}(v) = \frac{1}{2} \left[3 * \cos\left(\frac{15\pi v}{16}\right) - \cos\left(\frac{13\pi v}{16}\right) \right]$$

$$20 \quad \text{vep2} = \frac{1}{2} (3 * \text{R1ar}(0) - \text{R1ar}(1)) = K \sum_{v=0}^7 C(v) * \text{R1tr}(v) * \text{Tr}(v)$$

$$\text{avec } \text{Tr}(v) = \frac{1}{2} \left[3 * \cos\left(\frac{\pi v}{16}\right) - \cos\left(\frac{3\pi v}{16}\right) \right]$$

Si les coefficients TI(v) et Tr(v) sont stockés dans une table de correspondance LUT (en anglais 'Look-up table'), le calcul nécessaire à l'implémentation de ce second mode de réalisation est d'une complexité équivalente au calcul de la première variante. De manière plus générale, l'interpolation peut être effectuée sur un ensemble de plus de deux valeurs et n'est pas nécessairement linéaire ; elle peut être polynomiale par exemple.

Ainsi, là où les solutions de l'art antérieur nécessitaient au moins pour chaque bloc le décodage des 8 pixels le long d'une frontière en utilisant une transformation en cosinus discrète inverse bidimensionnelle, soit 64 multiplications et 64 additions 8 fois pour un bloc 8x8, la présente invention ne requiert que le calcul une transformation en cosinus discrète

inverse mono-dimensionnelle en un seul point, soit 8 multiplications et 8 additions. Il s'ensuit que l'invention est au moins 64 fois moins complexe que les procédés de mesure d'artefacts de bloc déjà connus pour autant que le procédé de mesure d'artefacts de bloc ait accès au flux de données vidéo codées.

5

Lorsque deux pixels virtuels de frontière ont été déterminés, à savoir un pour chacun des deux blocs adjacents, la méthode de mesure d'artefacts selon la présente invention comprend une étape de calcul d'un niveau d'artefacts de bloc à partir des valeurs desdits pixels virtuels. Selon un mode de réalisation de l'invention, le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) correspond à la valeur absolue de la différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels. Ces niveaux d'artefacts de bloc sont additionnés, par exemple, pour chaque frontière de bloc horizontale et verticale d'une image, donnant un niveau global d'artefacts de bloc VEP_{Im} par image, soit :

10

$$VEP_{Im} = \sum_{\text{lignes}} VEP_{L_V} + \sum_{\text{colonnes}} VEP_{L_H}$$

15

où VEP_{L_H} représente un niveau d'artefact correspondant à une frontière de bloc horizontale et VEP_{L_V} représente un niveau d'artefact correspondant à une frontière de bloc verticale.

20

Selon le mode de réalisation préféré de l'invention, un niveau global d'artefacts de bloc est calculé pour les images de type intra, c'est à dire les images codées sans référence à une autre image. Selon une première variante, ce niveau global d'artefacts de bloc est considéré comme étant représentatif de l'ensemble du niveau d'artefacts de blocs pour l'ensemble d'un groupe d'images GOP (en anglais 'Group of Pictures') comprenant ladite image intra et au moins une autre image de type différent. Selon une seconde variante, la mesure du niveau global d'artefacts de bloc est complétée par des mesures basées sur des paramètres relatifs aux autres images du groupe d'images, comme, par exemple, les pas de quantification utilisés, la taille des vecteurs de mouvement, ou encore le nombre de bits qui a été nécessaire au codage de ces images.

25

30

Il est également possible d'appliquer la méthode de mesure d'artefacts de bloc aux blocs de type intra ou aux blocs possédant un vecteur de mouvement nul, lesdits blocs appartenant à une image de type inter, c'est à dire une image codée en référence à au moins une autre image. Dans ce cas, la coïncidence des artefacts de blocs entre les images de type intra et inter est considérée, par exemple, comme une confirmation de la présence desdits artefacts de bloc, un coefficient de pondération supérieur à 1 étant appliqué au niveau d'artefacts de bloc correspondants.

35

La méthode de mesure d'artefacts de bloc peut être améliorée de multiples façons, notamment à partir de considérations basées sur le système visuel humain.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé de mesure d'artefacts de bloc prend en compte l'effet de masquage de luminance (en anglais 'luminance masking'), qui fait que les effets de blocs sont moins visibles dans les zones très claires et dans les zones très sombres de l'image. La fonction de référence qui traduit cette propriété du système visuel humain est schématisée à la Fig. 6. Cette fonction (f) est décrite plus précisément dans l'article de H.R. Wu and M. Yuen intitulé "A generalized block-edge impairments metric for video coding" et publié dans IEEE Signal Processing letters, vol.4, n.11, pp317-320, nov.1997. Elle représente la différence de valeurs de luminance minimale visible (ΔL) par un observateur en fonction de la luminance moyenne (AvgL) d'une zone de l'image, égale, par exemple, à la surface couverte par une paire de blocs adjacents. Cette fonction passe par un minimum (ΔL_0), égal à environ 1 ou 2 unités, pour une valeur moyenne de luminance égale à environ 70 (L_0) si la luminance est comprise entre 0 et $L_{max}=255$.

Selon une première variante de ce mode de réalisation, si la valeur moyenne de luminance d'une paire de blocs adjacents est située au-dessus de la fonction de référence, alors le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) déterminé pour cette paire de blocs reste inchangé ; sinon, il est mis à zéro.

Selon une seconde variante de ce mode de réalisation, le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) déterminé pour une paire de blocs adjacents est pondéré en fonction de la luminance moyenne (AvgL) de la paire de blocs, la pondération étant maximale pour une valeur moyenne de luminance égale à environ 70 et minimale pour une valeur moyenne de luminance égale à 0 ou 255 dans notre exemple.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le procédé de mesure d'artefacts de bloc prend en compte l'effet de masquage de texture (en anglais 'texture masking'), qui fait que les effets de blocs sont plus visibles dans les zones uniformes de l'image que dans les zones texturées. Pour cela, le procédé de mesure d'artefacts de bloc selon l'invention comprend une étape de calcul de l'énergie E des coefficients AC des blocs de coefficients DCT, en prenant en compte les coefficients basse fréquence ACbf tels que ceux représentés à la Fig. 2, par exemple, soit :

$$E[ACbf] = \sum_{i=1}^{f_{max}} |ACbf(i)| \quad \text{ou alternativement} \quad E[ACbf] = \sum_{i=1}^{f_{max}} |ACbf(i)|^2$$

où f_{max} est la fréquence maximale prise en compte dans le calcul de l'énergie d'un bloc. Si l'énergie d'une paire de blocs adjacents est inférieure à un premier seuil T_1 , la zone est quasi uniforme et le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) associé à la frontière entre les deux blocs adjacents est pondéré par un coefficient de pondération élevé c_1 , supérieur à 1 par

exemple. Si l'énergie d'une paire de blocs adjacents est supérieure au premier seuil T1 et inférieure à un second seuil T2, la zone est peu texturée et le niveau d'artefacts de bloc associé à la frontière entre les deux blocs adjacents est pondéré par un coefficient de pondération plus faible c2, égal à 1 par exemple. Enfin, si l'énergie d'une paire de blocs adjacents est supérieure au second seuil T2, la zone est texturée et le niveau d'artefacts de bloc associé à la frontière entre les deux blocs adjacents est pondéré par un coefficient de pondération plus faible encore c3, inférieur à 1 par exemple, car les artefacts de bloc sont moins visibles dans ces zones.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le procédé de mesure d'artefacts de bloc prend en compte le nombre de frontières de blocs voisines. Par exemple, si une frontière horizontale de bloc est adjacente à une frontière verticale de bloc de manière à former un coin et si les niveaux d'artefacts de bloc associés à ces frontières sont supérieurs à un seuil prédéterminé T_{min1}, alors lesdits niveaux d'artefacts de bloc sont pondérés par un coefficient de pondération c supérieur à 1. Selon un autre exemple, si plusieurs frontières de bloc sont consécutives selon une direction donnée et si elles possèdent chacune un niveau d'artefacts de bloc supérieur à un seuil prédéterminé T_{min2}, alors lesdits niveaux d'artefacts de bloc sont pondérés par un coefficient de pondération c' supérieur à 1.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le procédé de mesure d'artefacts de bloc comprend une étape de détection de contour naturel. Par exemple, le niveau d'artefacts de bloc d'une frontière est comparé à un seuil prédéterminé T_{max}, égal à 30 par exemple. Si le niveau d'artefacts de bloc est supérieur à ce seuil prédéterminé T_{max}, la valeur du niveau d'artefacts de bloc est mise à zéro car c'est un contour naturel qui vient d'être détecté. Selon un autre exemple, le seuil prédéterminé T_{max} est pondéré en fonction des pas de quantification associés aux blocs de part et d'autre de la frontière.

Le procédé de mesure d'artefacts de bloc peut être mis en œuvre, dans un circuit intégré par exemple, grâce à des moyens matériels ou logiciels ou une combinaison des deux.

A titre d'exemple d'implémentation matérielle, le dispositif de mesure d'artefacts de bloc comprend des circuits réalisant, chacun, une étape du procédé de mesure d'artefacts de bloc précédemment décrit, les circuits de calcul de transformation en cosinus discrète inverse IDCT étant notamment connus de l'homme du métier. Ledit dispositif comprend alors :

- des moyens de calcul d'une transformation inverse discrète mono-dimensionnelle d'une première ligne, horizontale ou verticale, d'un premier bloc de données vidéo codées, aptes à délivrer une valeur d'un premier pixel virtuel de frontière,

- des moyens de calcul d'une transformation inverse discrète mono-dimensionnelle d'une première ligne, horizontale ou verticale, d'un second bloc de données vidéo codées, le second bloc étant adjacent horizontalement ou verticalement respectivement au premier bloc, aptes à délivrer une valeur d'un second pixel virtuel de frontière,
- une unité de calcul, un processeur par exemple, apte à calculer un niveau d'artefacts de bloc à partir d'une différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels.

Il est également possible d'implémenter les étapes du procédé de mesure d'artefacts de bloc au moyen d'un circuit convenablement programmé. Un jeu d'instructions contenu dans une mémoire de programmation peut provoquer le circuit à effectuer les différentes étapes du procédé de mesure d'artefacts de bloc précédemment décrit. Le jeu d'instructions peut aussi être chargé dans la mémoire de programmation par la lecture d'un support de données comme, par exemple un disque qui contient le jeu d'instructions. La lecture peut également s'effectuer par l'intermédiaire d'un réseau de communication comme, par exemple, le réseau internet. Dans ce cas, un fournisseur de service mettra le jeu d'instructions à la disposition des intéressés.

Le procédé de mesure d'artefacts de bloc trouve de nombreuses applications parmi lesquelles on peut citer le décodage ou décompression de données vidéo codées, le codage ou compression de données vidéo, et le transcodage de données vidéo codées, un tel transcodage permettant par exemple le stockage dit « élastique » (en anglais 'elastic storage') de données vidéo codées sur un disque.

Un procédé de décodage de données vidéo selon l'invention est décrit à la Fig. 7. Il comprend notamment les étapes de :

- décodage à longueur variable VLD (21) des blocs de données vidéo codées (1), apte à fournir des blocs de données quantifiées (2),
- quantification inverse IQ (22) des blocs de données quantifiées (2), apte à fournir des blocs de données transformées (3), i.e. des blocs de 64 coefficients DCT dans notre exemple,
- transformation en cosinus discrète inverse IDCT (23), apte à convertir des blocs de données transformées (3) en des blocs de données inversement transformées (4), c'est à dire des blocs de pixels dans notre exemple,
- mesure d'artefacts de bloc (30) telle que précédemment décrite, apte à réaliser une carte horizontale et/ou verticale de niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées (3),

- filtrage (70), apte à appliquer un filtre parmi un ensemble de filtres (71,72,73) à un ensemble de pixels de part et d'autre d'une frontière entre deux blocs selon le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) associé à cette frontière, résultant en une image filtrée (5).

5 Dans un mode de réalisation de l'invention, 3 types de filtrage ont été définis. Pour un niveau d'artefacts de bloc inférieur à un premier seuil prédéterminé TR1, un filtrage léger est appliqué. Puis pour un niveau d'artefacts de bloc compris entre le premier seuil prédéterminé TR1 et un second seuil prédéterminé TR2, un filtrage plus fort est appliqué. Enfin, pour un niveau d'artefacts de bloc supérieur au second seuil prédéterminé TR2, un filtrage encore plus fort est appliqué. De préférence, seuls les pixels le long d'une frontière
10 de bloc sont filtrés. Il va de soi qu'un autre découpage de la gamme des niveaux d'artefacts de bloc, de même qu'un autre choix des filtres est possible.

Selon un autre mode de réalisation, le procédé de décodage comprend en outre une étape de rehaussement de contour, ladite étape étant désactivée si un niveau d'artefacts de bloc compris entre une borne minimale et une borne maximale a été détecté par l'étape de
15 mesure, de manière à ne pas rehausser un artefact de bloc.

La présente invention concerne également le décodeur vidéo permettant de mettre en œuvre ledit procédé de décodage.

Un procédé de codage de données vidéo selon l'invention est également décrit à la
20 Fig. 8. Il comprend une étape de pré-encodage PASS1 (80) de blocs de pixels (IS) correspondant à une image, ladite étape étant effectuée avec un pas de quantification q constant pour tous les blocs de l'image selon un principe connu de l'homme du métier et décrit par exemple dans la demande de brevet européen n°1,082,855 (référence interne : PHFR99521). De cette étape de pré-encodage résulte un flux intermédiaire de données
25 vidéo pré-encodées (PES) et des paramètres de pré-encodage (p) comme, par exemple, le nombre de bits utilisés pour pré-encoder les blocs de l'image.

Selon la présente invention, le procédé de codage comprend en outre les étapes de :

- décodage partiel du flux intermédiaire de données vidéo pré-encodées (PES), cette
30 étape comprenant en cascade les sous-étapes de décodage à longueur variable VLD (81) et quantification inverse IQ (82), apte à fournir des blocs de données transformées,
- mesure d'artefacts de bloc (30) telle que précédemment décrite, apte à réaliser une carte horizontale et/ou verticale de niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
- 35 - modification MOD (83) d'un ou plusieurs des paramètres de pré-encodage (p) correspondant à un bloc de pixels selon un niveau d'artefacts de bloc associé audit bloc, ce niveau étant, par exemple, la moyenne des valeurs de niveaux d'artefacts de bloc associés

aux 4 pixels virtuels de frontière possibles pour un bloc, à savoir les pixels gauche, droite, haut et bas, ladite étape délivrant un ou des paramètres de pré-encodage modifiés (p').

Ces paramètres de pré-encodage modifiés sont ensuite utilisés lors de l'étape de codage PASS2 (84) des blocs de pixels (IS) qui délivre un flux final de données vidéo codées (ES) selon un principe connu de l'homme du métier.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le paramètre de pré-encodage est la complexité $X(i,j)$, égale au produit du pas de quantification par le nombre de bits utilisés pour le codage, et correspondant à un bloc de position (i,j) dans l'image. Cette complexité est modifiée comme suit, résultant en une complexité modifiée $X'(i,j)$:

$$X'(i,j) = C(\text{VEP_L}(i,j)) * X(i,j)$$

où C est un coefficient qui dépend du niveau d'artefacts de bloc $\text{VEP_L}(i,j)$.

La Fig. 9 montre trois exemples de variations du coefficient C en fonction du niveau d'artefacts de bloc (VEP_L), une variation linéaire (91) et deux variations non-linéaires (92,93) entre deux bornes C_{\min} et C_{\max} , égales respectivement à 1 et 2 par exemple.

Ainsi, le codage d'une image de type intra est amélioré et le codage des images qui suivent cette image intra dans un groupe d'images GOP est également amélioré en cascade.

La présente invention concerne également le codeur vidéo permettant de mettre en œuvre ledit procédé de codage.

Un procédé de transcodage de données vidéo selon l'invention est décrit à la Fig. 10. Il comprend notamment les étapes de :

- décodage à longueur variable VLD (101) des blocs de données vidéo codées, apte à fournir des blocs de données quantifiées,
- quantification inverse IQ (102) des blocs de données quantifiées, apte à fournir des blocs de données transformées, des blocs de 64 coefficients DCT dans notre exemple, cette quantification inverse étant faite avec un premier pas de quantification Q_1 ,
- mesure d'artefacts de bloc (30) telle que précédemment décrite, apte à réaliser une carte horizontale et/ou verticale de niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
- quantification Q (103) des blocs de données transformées, apte à fournir des blocs de données quantifiées, la quantification étant faite avec un second pas de quantification Q_2 ,
- codage à longueur variable VLC (104) des blocs de données vidéo quantifiées, apte à fournir des blocs de données codées,
- stockage DISK (105) des blocs de données codées sur un support d'enregistrement du type disque dur par exemple.

La valeur du second pas de quantification Q2 d'un bloc en cours de traitement est fonction de l'espace disponible sur le disque ainsi que de la valeur d'un niveau d'artefacts de bloc associé audit bloc.

5 Dans un mode de réalisation de l'invention, le flux de données vidéo codées est de structure échelonnée, i.e. comprend une couche de base et des couches d'amélioration. Selon l'espace disponible sur le disque et le niveau d'artefacts de bloc, il est possible de stocker ou non une ou plusieurs des couches d'amélioration de manière à conserver un bon compromis entre la qualité visuelle du flux stocké, représentée quantitativement par la mesure du niveau d'artefacts de bloc conformément à la présente invention, et l'espace encore disponible sur le disque.

10 La présente invention concerne également le transcodeur vidéo permettant de mettre en œuvre ledit procédé de transcodage.

15 Aucun signe de référence entre parenthèses dans le présent texte ne doit être interprété de façon limitative. Le verbe "comprendre" et ses conjugaisons doivent également être interprétés de façon large, c'est à dire comme n'excluant pas la présence non seulement d'autres éléments ou étapes que ceux listés après ledit verbe, mais aussi d'une pluralité d'éléments ou d'étapes déjà listés après ledit verbe et précédés du mot "un" ou "une".

20

REVENDECATIONS

1. Procédé de mesure d'artefacts de bloc à partir de données vidéo codées selon une technique de codage par blocs, comprenant les étapes de :
 - 5 - calcul d'une transformation discrète inverse (31) mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un premier bloc de données vidéo codées, apte à délivrer une valeur d'un premier pixel virtuel de frontière (vep1),
 - calcul d'une transformation discrète inverse (32) mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un second bloc de données vidéo codées, le second bloc étant adjacent au premier
 - 10 bloc, apte à délivrer une valeur d'un second pixel virtuel de frontière (vep2),
 - calcul (33) d'un niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir d'une valeur absolue d'une différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels.

2. Procédé de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 1, dans lequel les
 - 15 pixels virtuels de frontière sont déterminés en un point correspondant à une frontière entre les premier et second blocs.

3. Procédé de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 1, dans lequel les
 - 20 pixels virtuels de frontière sont déterminés en des points correspondant respectivement au pixel le plus proche de part et d'autre d'une frontière entre les premier et second blocs.

4. Procédé de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 1, dans lequel le calcul
 - 25 d'un niveau d'artefacts de bloc est pondéré par un coefficient de pondération qui est fonction des propriétés du système visuel humain.

5. Procédé de codage de données vidéo sous forme de blocs comprenant les étapes de :
 - pré-encodage (80) d'un ensemble de blocs de données vidéo (IS) apte à fournir un ensemble de blocs de données pré-encodées (PES) et des paramètres de pré-encodage (p),
 - 30 - décodage partiel (81,82) de l'ensemble de blocs de données pré-encodées, apte à fournir des blocs de données transformées,
 - mesure d'artefacts de bloc (30) selon la revendication 1, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
 - modification (83) du paramètre de pré-encodage (p) d'un bloc selon un niveau
 - 35 d'artefacts de bloc associé audit bloc, apte à délivrer un paramètre de pré-encodage modifié (p'),

- codage (84) de l'ensemble de données vidéo (IS) à partir des paramètres de pré-encodage modifiés (p').

6. Procédé de décodage de blocs de données codées comprenant les étapes de :

- 5 - décodage partiel (21,22) des blocs de données codées (1), apte à fournir des blocs de données transformées (3),
- transformation discrète inverse (23), apte à convertir des blocs de données transformées (3) en des blocs de données inversement transformées (4),
- mesure d'artefacts de bloc (30) selon la revendication 1, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées (3),
- 10 - filtrage (70), apte à appliquer un filtre parmi un ensemble de filtres (71,72,73) à un ensemble de données inversement transformées de part et d'autre d'une frontière entre deux blocs selon le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) associé à cette frontière.

15 7. Procédé de transcodage de blocs de données codées comprenant les étapes de :

- décodage partiel (101,102) des blocs de données codées, apte à fournir des blocs de données transformées, auxquels est associé un premier pas de quantification,
- mesure d'artefacts de bloc (30) selon la revendication 1, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
- 20 - codage partiel (103,104) des blocs de données transformées, apte à fournir des blocs de données codées, auxquels est associé un second pas de quantification,
- stockage (105) des blocs de données codées sur une unité de stockage, la valeur du second pas de quantification d'un bloc étant fonction d'un espace disponible sur l'unité de stockage ainsi que d'une valeur d'un niveau d'artefacts dudit bloc.

25

8. Dispositif de mesure d'artefacts de bloc à partir de données vidéo codées selon une technique de codage par blocs, comprenant :

- des moyens de calcul d'une transformation inverse discrète mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un premier bloc de données vidéo codées, aptes à délivrer une valeur d'un premier pixel virtuel de frontière,
- 30 - des moyens de calcul d'une transformation inverse discrète mono-dimensionnelle d'une première ligne d'un second bloc de données vidéo codées, le second bloc étant adjacent au premier bloc, aptes à délivrer une valeur d'un second pixel virtuel de frontière,
- une unité de calcul, apte à calculer un niveau d'artefacts de bloc à partir d'une valeur absolue d'une différence entre les valeurs des premier et second pixels virtuels.

35

9. Codeur vidéo de données sous forme de blocs comprenant :

- des moyens pré-encodage d'un ensemble de blocs de données vidéo (IS) apte à fournir un ensemble de blocs de données pré-encodées (PES) et des paramètres de pré-encodage (p),
- des moyens de décodage partiel de l'ensemble de blocs de données pré-encodées, apte à fournir des blocs de données transformées,
- un dispositif de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 8, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
- une unité de calcul d'un paramètre de pré-encodage modifié (p') à partir du paramètre de pré-encodage (p) d'un bloc et d'un niveau d'artefacts de bloc associé audit bloc,
- des moyens de codage de l'ensemble de données vidéo (IS) à partir des paramètres de pré-encodage modifiés (p').

10. Décodeur vidéo de blocs de données codées comprenant :

- des moyens de décodage partiel des blocs de données codées (1), aptes à fournir des blocs de données transformées (3),
- des moyens de transformation discrète inverse (23), aptes à convertir des blocs de données transformées (3) en des blocs de données inversement transformées (4),
- un dispositif de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 8, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées (3),
- une unité de filtrage, apte à appliquer un filtre parmi un ensemble de filtres (71,72,73) à un ensemble de données inversement transformées de part et d'autre d'une frontière entre deux blocs selon le niveau d'artefacts de bloc (VEP_L) associé à cette frontière.

11. Transcodeur vidéo de blocs de données codées comprenant :

- des moyens de décodage partiel des blocs de données codées, aptes à fournir des blocs de données transformées, auxquels est associé un premier pas de quantification,
- un dispositif de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 8, apte à délivrer des niveaux d'artefacts de bloc (VEP_L) à partir des blocs de données transformées,
- des moyens de codage partiel des blocs de données transformées, aptes à fournir des blocs de données codées, auxquels est associé un second pas de quantification,
- une unité de stockage des blocs de données codées,
- une unité de calcul, apte à calculer la valeur du second pas de quantification d'un bloc à partir d'un espace disponible sur l'unité de stockage et d'une valeur d'un niveau d'artefacts de bloc associé audit bloc.

12. Programme d'ordinateur apte à effectuer le procédé de mesure d'artefacts de bloc selon la revendication 1, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur.

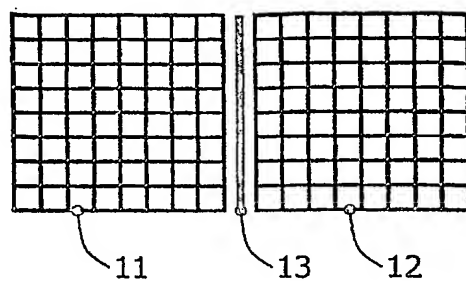


FIG. 1

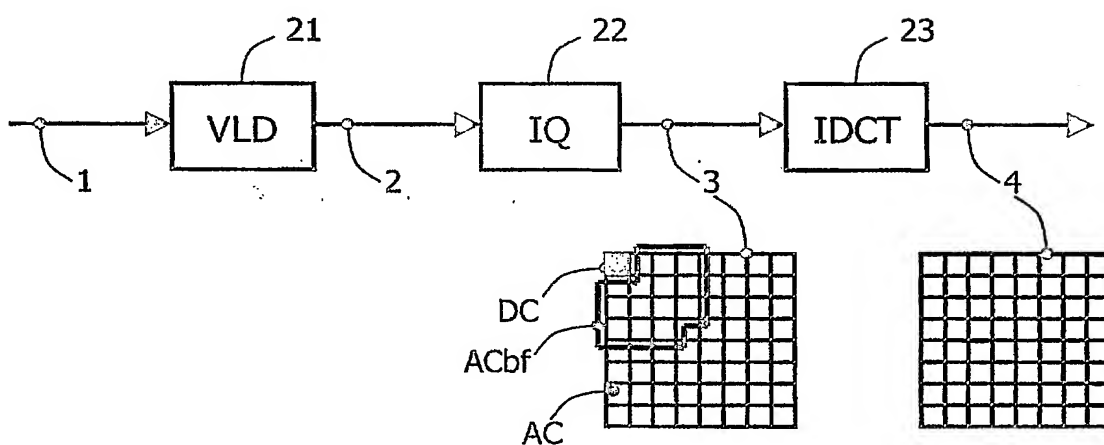


FIG. 2

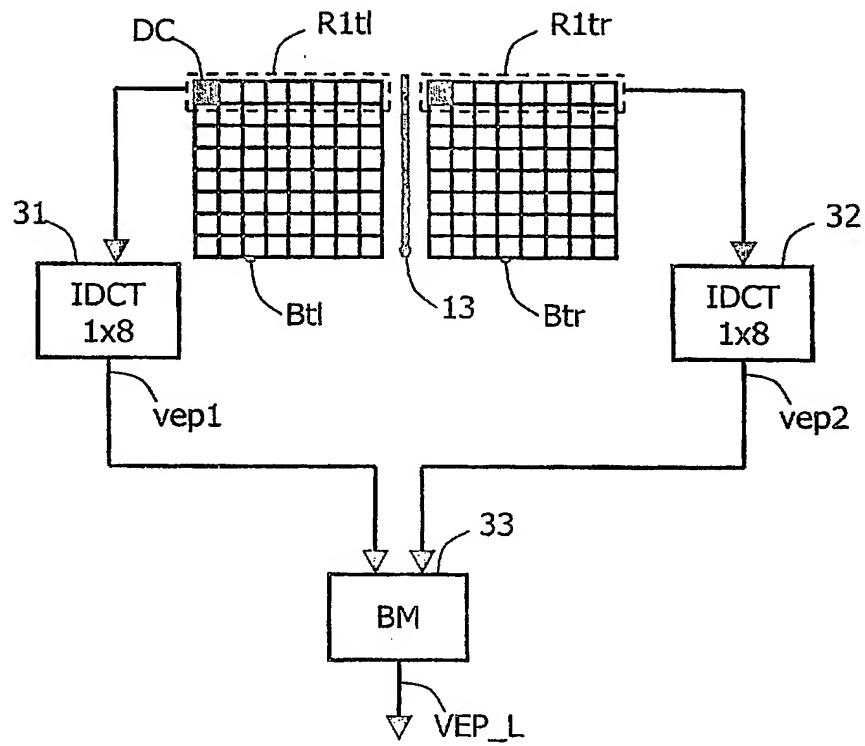


FIG. 3

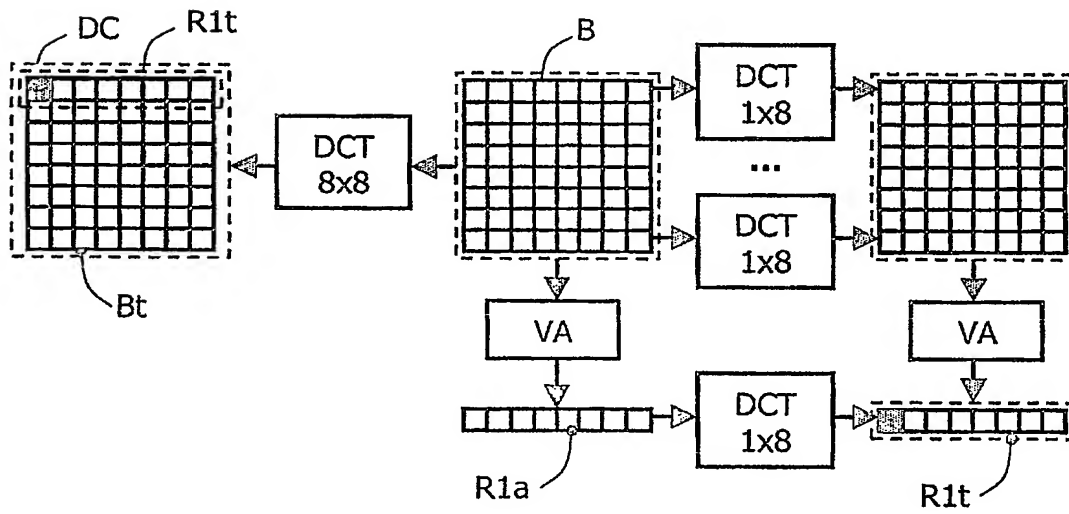


FIG. 4

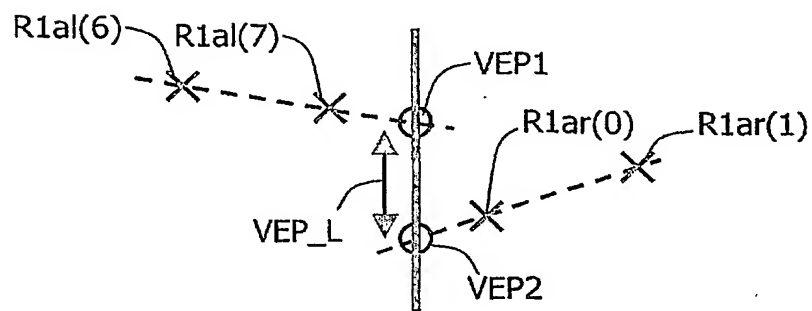


FIG. 5

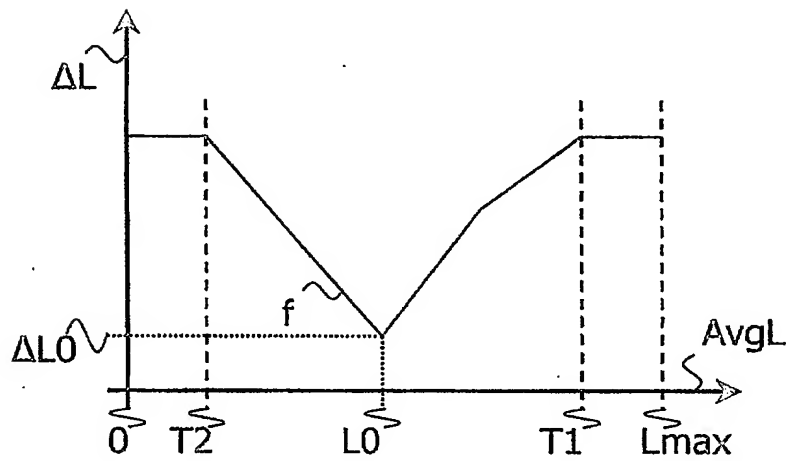


FIG. 6

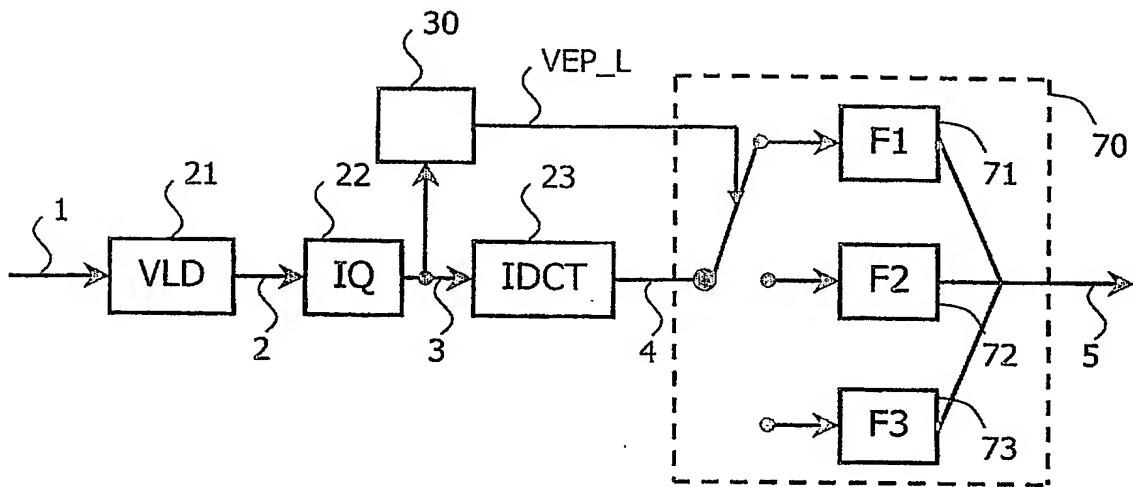


FIG. 7

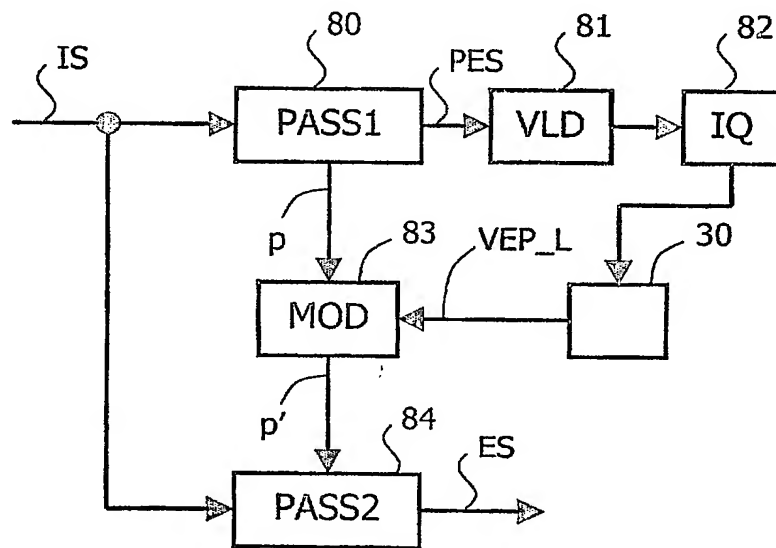


FIG. 8

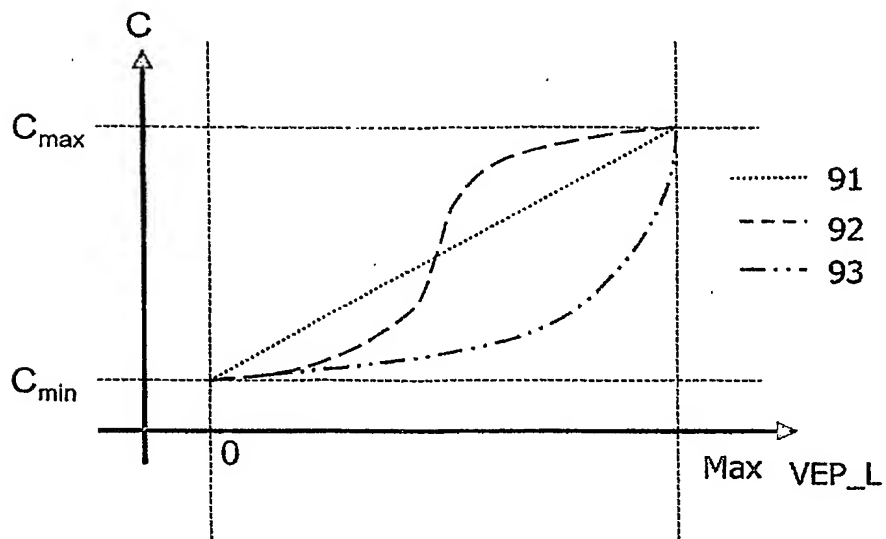


FIG. 9

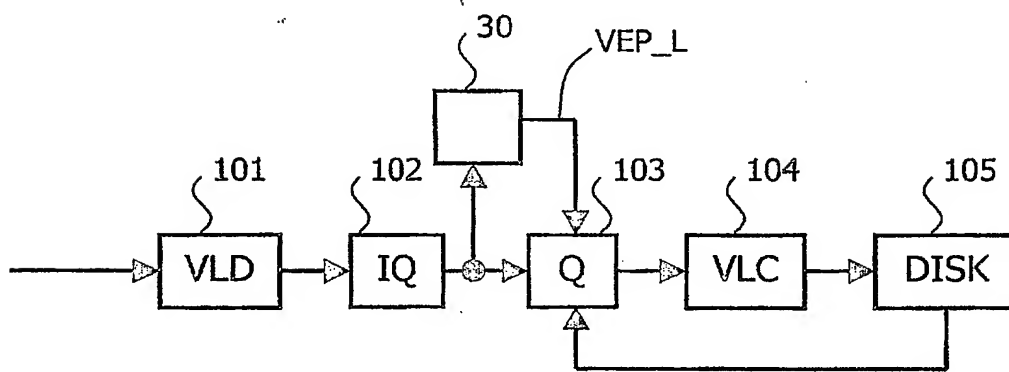


FIG. 10

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° ... / ...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 Q W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		PHFR020134
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0215292
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE MESURE D'ARTEFACTS DE BLOC.		
LE(S) DEMANDEUR(S) : KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Nom	BOURGE
	Prénoms	Arnaud
Adresse	Rue	156 Bd Haussmann
	Code postal et ville	17 5 0 0 8 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)		
<input checked="" type="checkbox"/> 2	Nom	CAVIEDES
	Prénoms	Jorge
Adresse	Rue	156 Bd Haussmann
	Code postal et ville	17 5 0 0 8 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)		
<input type="checkbox"/> 3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Denis ROCHE Mandataire SPID 422-5/S008 Paris le 04/12/2002		

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.